

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



(19)

(11) Publication number: **62159489 A**

Generated Document

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 61001906

(51) Intl. Cl.: H01S 3/18

(22) Application date: 08.01.86

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: 15.07.87(84) Designated contracting
states:

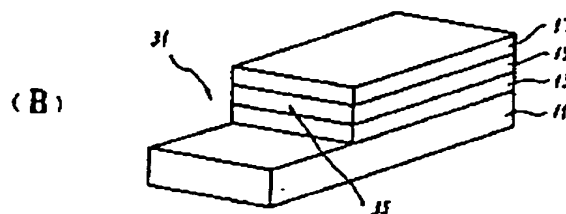
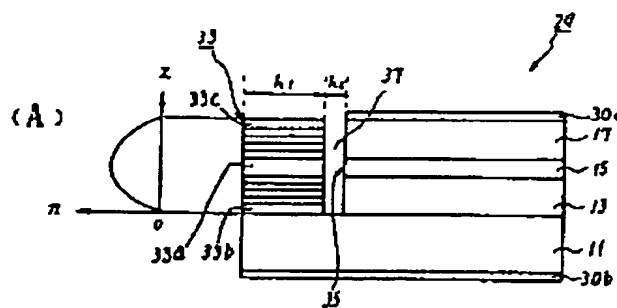
(71) Applicant: OKI ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: OSHIBA SAEKO
SERIZAWA YUKA
KAWAI YOSHIO
HASHIMOTO AKIHIRO(74)
Representative:**(54) SEMICONDUCTOR LASER
ELEMENT**

(57) Abstract:

PURPOSE: To perform the adjustment of an emission angle of a laser beam without using a lens by providing a waveguide layer of refractive index distribution type oppositely to an emission plane of a laser element including an edge plane of an active layer which will become an edge plane of a resonator so as to change the refractive index outward in order.

CONSTITUTION: On a substrate 11, a lower cladding layer 13, an active layer 15 and an upper cladding layer 17 are laminated to compose a double hetero structure and one edge part of the layers 13 and 15 is etched by directional chemical etching in vertical direction to the active layer 15 and down to a depth reaching the substrate 11, thereby forming a cavity 31. Next, a refractive index distribution type waveguide layer 33 is arranged in this cavity 31. This waveguide layer 33 is arranged oppositely to an emission plane of a laser element 29 and the refractive index is changed in order from the center 33a of the waveguide layer 33 opposite to the center of an edge plane 35 of a resonator in the emission plane toward the outsides 33b and 33c.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-159489

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)7月15日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ素子

⑯ 特 願 昭61-1906

⑰ 出 願 昭61(1986)1月8日

| | | | |
|---------|-----------|------------------|------------|
| ⑱ 発 明 者 | 大 柴 小 枝 子 | 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 | 沖電気工業株式会社内 |
| ⑲ 発 明 者 | 芹 沢 由 佳 | 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 | 沖電気工業株式会社内 |
| ⑳ 発 明 者 | 川 井 義 雄 | 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 | 沖電気工業株式会社内 |
| ㉑ 発 明 者 | 橋 本 明 弘 | 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 | 沖電気工業株式会社内 |
| ㉒ 出 願 人 | 沖電気工業株式会社 | 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 | |
| ㉓ 代 理 人 | 弁理士 大 垣 孝 | | |

明 細 書

1. 発明の名称 半導体レーザ素子

2. 特許請求の範囲

(1) 発光面に対向して設けられると共に、該発光面内の共振器の端面中心に対向する中心から両外側に向って順次に屈折率が増加する屈折率分布型の導波層を具えることを特徴とする半導体レーザ素子。

(2) 発光面に対向して設けられる屈折率分布型の導波層を前記発光面と離間して設けてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体レーザ素子。

(3) 発光面に対向して設けられる屈折率分布型の導波層を前記発光面と接して設けてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体レーザ素子。

(4) 中心で屈折率が高く、両外側に向って階段的に変化して小さくなる屈折率分布型の導波層を具えることを特徴とする特許請求の範囲第1項～第3項のいずれか一項に記載の半導体レーザ素子。

(5) 中心で屈折率が高く、両外側に向って階段的に変化して小さくなる屈折率分布型の導波層を具えることを特徴とする特許請求の範囲第1項～第3項のいずれか一項に記載の半導体レーザ素子。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体レーザ素子を光ファイバ等と光結合するに当りレーザ光の放射角の調整が容易に行える半導体レーザ素子の構造に関する。

(従来の技術)

近年、光通信、光情報処理等の光源として有用な半導体レーザ素子の研究が盛んに行われている。

第2図は従来の半導体レーザ素子の一端成例を示した全体斜視図である(参考文献1:「アプライド フィジクス レターズ (Applied Physics Letters)」18 (4)(1971-2-15)p155-157)。以下、半導体レーザ素子の基本的な構造の一例につき第2図に示す半導体レーザ素子を例にとって説明する。

第2図において、11はn-GaAs基板結晶であり、この基板11上にはn-Ga_{1-x}Al_xAsクラッド層13、p-GaAs活性層15、p-Ga_{1-x}Al_xAsクラッド層17、p-GaAs層19及びストライプ導波路を形成するように設けられた酸化膜21が順次に積層形成されて設けられている。さらにp側電極23が酸化膜21上及びストライプ導波路で露出したp-GaAs層19の一部上上に設けられていると共にn側電極25がp側電極23を設けた側とは反対側の基板11面上に設けられている。

このように構成された半導体レーザ素子（以下、単にレーザ素子とも称する）27は活性層15を2つのヘテロ接合で挟むダブルヘテロ構造を有している。

このようなレーザ素子において、活性層15は、この活性層15よりバンドギャップが大きくかつ屈折率の小さいクラッド層13及びクラッド層17とそれぞれヘテロ接合を形成しており、これがため活性層15に注入されたキャリア（電子と正孔）及び

は、レーザ光を特に軸径の細い光ファイバを用いて次段に導く場合この光ファイバとの結合効率を高めるために、レーザ光を焦光或は平行光にして広がり少ない狭い光ビームを得る必要があった。

（発明が解決しようとする問題点）

しかしながら、従来構成の半導体レーザ素子では放射角の調整にレンズを用いていたため、半導体レーザ素子との光結合を行うべき対象（例えば光ファイバ）と、レンズ及び活性層の発光面の3者の光軸合せが必要であった。そのため、軸径の細い光ファイバのように高精度の光軸合せが要求される光結合では光軸合せが容易ではなく非常に困難であるという問題点があった。

従来の半導体レーザ素子ではレーザ光の放射パターンが楕円形状となるので、レンズ特にシリンドリカルレンズを用いる。そのため、レーザ光の放射角の調整を行うための光学系が複雑になるという問題点があった。

この発明の目的は、従来構成の半導体レーザ素

子で発生した光波が活性層15に閉じ込められる。その結果、光波は活性層15内で増幅される。

また、活性層15の両端面は、結晶の劈開によって形成された一対の互いに平行な光学的反射面となっており、従って活性層15はこの一対の平行な反射面と共に共振器（光共振器）を構成している。この光共振器によって活性層15内に閉じ込められた光波の共振が行われレーザ発振が得られる。その結果、活性層15の端面からコヒーレントな特性を有するレーザ光が放射される。

このようにして層厚の薄い活性層15から放射されたレーザ光は回折現象のために活性層の厚み方向（活性層に垂直な方向）に大きく広がり、その結果レーザ光の放射パターンLが楕円形状となる。この楕円形状の放射パターンLは、活性層15に垂直な方向で約20°～30°の及びこの方向と直交する方向で約10°の広がり角（放射角）を有する。

これがため、従来構成の半導体レーザ素子で

子全般が有する上述の問題点を除去すると共に、レンズを用いることなくレーザ光の放射角の調整を容易かつ自由に行える半導体レーザ素子を提供することにある。

（問題点を解決するための手段）

この目的の達成を図るため、この発明の半導体レーザ素子（レーザ素子）によれば、共振器の端面（光共振器の反射面）となる活性層の端面を含んだレーザ素子の発光面に対向して屈折率分布型の導波層を設ける。この導波層は、発光面内の光共振器の反射面と対向する導波層の中心から、この中心の外側に向かって順次に変化する屈折率分布を有する。

屈折率分布型の導波層は、発光面と離間して設けても良いし、発光面と接して設けても良い。

また、導波層の屈折率分布は導波層の中心で屈折率が高く、この導波層の中心から外側に向かって連続的に或は階段的に屈折率が小さくなる屈折率分布とするのが好適である。

(作用)

このような構成によれば、レーザ光は半導体レーザ素子が具える屈折率分布型の導波層を通過するので、導波層の長さ及び又は導波層と発光面との間の間隔を適当に設定することによって、レーザ光の放射角を設定出来る。すなわちレーザ光の放射角は、半導体レーザ素子の発光面と導波層とを離間して設ける場合には導波層の屈折率分布、導波層の長さ及び導波層と発光面との間の間隔によって、また、導波層を発光面と接して設ける場合には導波層の屈折率分布及び導波層の長さによって決まる。

(実施例)

以下、図面を参照してこの発明の一実施例につき説明する。尚、図はこの発明が理解出来る程度に各構成成分を略率的に示してあり、従って、各構成成分の寸法、形状及び配置関係は図示例に限定されるものではない。また、従来の構成成分と同一の構成成分については同一の符号を付して示しその詳細な説明は省略する。

て垂直な方向（共振器の端面に沿った方向）にかつ基板11に達する深さに層13～15に対し方向性化学エッチング（RIE）を行って、基板11上に空所31を形成する（第1図(B)）。電極30a, 30bの形成は例えば基板11上に層13, 15, 17を積層した後、或は、空所31を形成した後に行えば良い。

次に、この空所31に屈折率分布型の導波層33を設ける。この場合、導波層33はレーザ素子29の発光面に対向して設けると共に、発光面内の共振器の端面35の中心に対向する。導波層33の中心（導波層33a）から、外側（導波層33b及び33c）に向かって順次に屈折率が変化するように形成する。この導波層33をGa_{1-x}Al_xAsを以って形成するのが好適であり、その形成に際し、基板側の導波層33bから導波層33の中心の導波層33aまでAlの濃度（組成比）を徐々に減少させると共に、中心の導波層33aから、中心の導波層33aを挟んで導波層33bとは反対側の導波層33cまでAlの濃度を徐々に増加させるように形成するのが好適である。このようにAl濃度を変え

る第1図(A)及び(C)は実施例の説明に供する断面図、第1図(B)は実施例の説明に供する斜視図である。

第1図(A)に示す実施例において、29は半導体レーザ素子であり、このレーザ素子29は基板11上に順次に下側クラッド層(p層)13、活性層15及び上側クラッド層(n層)17を積層して成るダブルヘテロ構造と、上側クラッド層17上の上側電極30aと、基板11の下面に設けた下側電極30bとを具えと共に、このダブルヘテロ接合構造の発光面（レーザ素子の共振器の端面）35に対向して屈折率分布型の導波層33を具えており、この発光面35と導波層33との間に凹部又は溝37を具えた構造となっている。

この一実施例の構造をその製造方法を参考にしながらさらに詳述する。先ず、n-GaAs基板11上にダブルヘテロ接合構造を形成するn-Ga_{1-x}Al_xAsクラッド層13、GaAs活性層15及びp-Ga_{1-x}Al_xAsクラッド層17を順次に積層した後、その一端部を活性層15に対し

によって導波層33の屈折率を中心における導波層33aで高く及び内外側の導波層33b及び33cに向って連続的に変化して小さくなるようにすることが出来る。この場合、導波層33の中心（導波層33a）を挟んで対称な屈折率となるように導波層33を形成するのが良い。最も理想的な屈折率分布は、導波層33aを中心として2次曲線を描くような屈折率分布であり、導波層33aの屈折率を最も高くすることによって導波層33aにおいて光（出射したレーザ光）の閉じ込めの効果を期待出来る。従って、Ga_{1-x}Al_xAsから成る導波層33のAlの組成比を変えて導波層33の屈折率分布を調整し、これによって活性層15から放射されたレーザ光を導波層33で有効に導波することが出来る。

屈折率は導波層33aで高く、導波層33b及び33cに向って階段的に変化して小さくなるように構成しても良い。

導波層33の形成は例えば液相エピタキシャル成長法（LPE法）、有機金属気相成長法（MOC

VD法)によって行うことが出来る。

導波層33は、共振器端面35を含むレーザ素子29の発光面と離間して設けるのが好適である(第1図(A))。特に、活性層15の屈折率と、活性層15に対応する位置の導波層部分の屈折率が実質的に等しいか、互いに近い屈折率であるため共振器面を形成し得ない場合には、導波層33を形成した後R I Eによって溝37を形成して共振器の端面35に光学的反射面としてのエッチドミラーを形成する。

このように構成された半導体レーザ素子29において発振されたレーザ光の放射角(この場合、活性層15に垂直な方向の放射角)は、導波層33の屈折率分布を考慮して、共振器方向(レーザ取り出し方向)の導波層33の長さ(導波路部分の長さ)h₁及び同方向の幅h₂(第1図(A)参照)を予め設定して構成することによって、設定出来る。

第1図(C)はこの実施例の変形例を示した線図であり、活性層15の屈折率と、活性層15に対応す

(発明の効果)

上述した説明からも明らかなように、この発明の半導体レーザ素子によれば、レーザ光の放射角は、設計に応じてこの半導体レーザ素子に具わる屈折率分布型の導波層の長さ又はこの導波層の長さとの幅を予め設定することによって調整することが出来る。従って、半導体レーザ素子の光結合に当ってレーザ光の集光或はレーザ光を平行光とするためにレンズを用いる必要がない。このため、光軸合せは、半導体レーザ素子と光結合を行うべき対象例えば光ファイバーと半導体レーザ素子の両者の光軸合せとなり従来より光軸合せが容易になりより精度の良い光軸合せの達成が期待出来、従来より光結合が容易となる。また、従来のように光字系が複雑とならず、光字系の簡素化が期待出来る。

さらに、この発明によればレーザ光の放射角を調整してレーザ光を集光或はレーザ光を平行光にして、回折現象によるレーザ光の広がりやをせばめることが容易である。通常は楕円形状になるレー

ザ光の放射角が実質的に異なるため共振器でレーザ光の共振が支障なく行われる場合には、導波層33をレーザ素子29の発光面と接して設けても良い。

この実施例ではGaAs基板を用いた半導体レーザ素子につき説明したが、この発明は、これに限定されるものではなく例えば基板材料にInP基板を用いた半導体レーザ素子にも適用出来る。この場合には屈折率分布型の導波層をIn_{0.7}Ga_{0.3}As、P_{0.5}を以て形成しwの値を変えて組成を変化させることにより導波層の屈折率が変わる。wの値が増加すると屈折率も増加する。

また、この実施例では端面発光型の半導体レーザ素子の一例につき説明したが、面発光型の半導体レーザ素子にこの発明を適用することも可能である。

さらに、導波層の屈折率分布を導波層の中心で低く、この中心から外側に向かって連続的に或は階段的に変化して大きくなるようにしても良い。

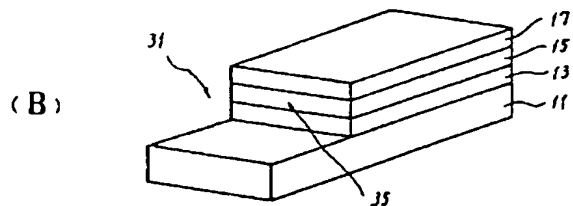
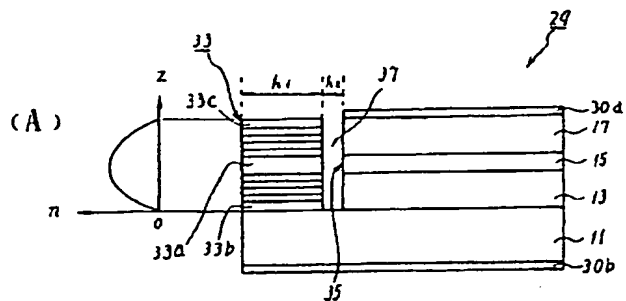
ザ光の放出パターンを、円形状のパターンとなるように構成することも可能となる。このため軸径の細い光ファイバのような光軸合せに厳しい精度を要求される光結合において、光結合の結合効率を高くすることが可能となる。

4.図面の簡単な説明

第1図(A)～(C)はこの発明の実施例の説明に供する線図。

第2図は従来例の説明に供する線図である。

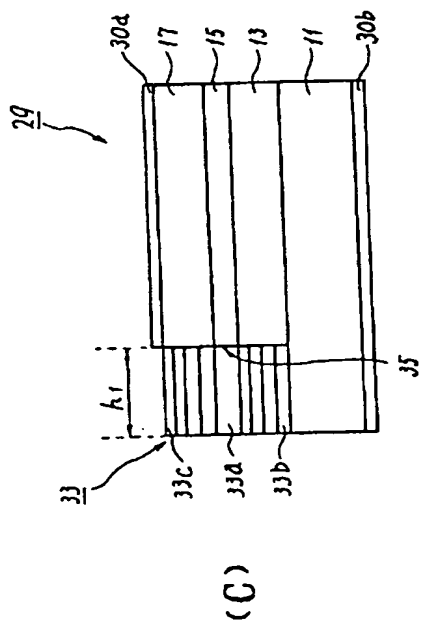
- | | |
|-------------------|---------------|
| 11…基板、 | 13, 17…クラッド層 |
| 15…活性層、 | 29…半導体レーザ素子 |
| 31…空隙、 | 33…屈折率分布型の導波層 |
| 33a, 33b, 33c…導波層 | |
| 35…発光面(共振器の端面) | |
| 37…溝、 | |



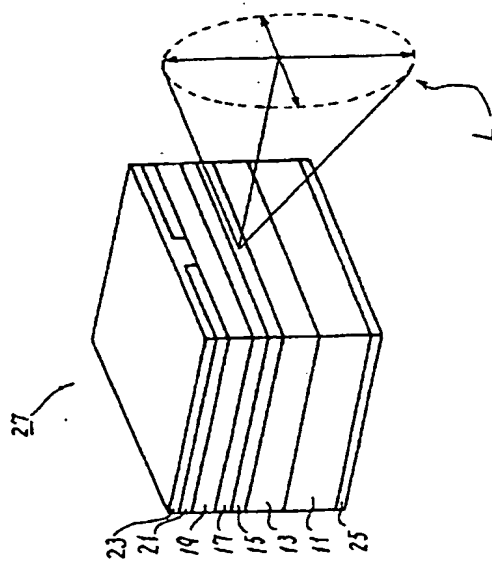
- | | |
|---------------|------------------------|
| 11: 基板 | 31: 空所 |
| 13, 17: フォット層 | 33, 33a, 33b, 33c: 導波層 |
| 15: 活性層 | 35: 発光面(共振器の端面) |
| 29: 半導体レーザ素子 | 37: 溝 |
| 30a, 30b: 電極 | |

実施例の説明図

第 1 図



実施例の説明図
第 1 図



従来例の説明図
第 2 図